AGRADECIMENTO

Agradecemos à família do autor, à esposa, e aos filhos, Daniel Monteiro Lima, Daniela Monteiro Lima e Carolina Rosa de Lima, por autorizar a divulgação destes livros.

Livros como estes, numa época que não existia tanta divulgação de informação, foram essenciais para o aprendizado de programação dos computadores da linha Sinclair ZX81, (TK85, CP200).

A obra de Vosso pai será para sempre lembrada pelos entusiastas de retrocomputação pelo mundo todo.

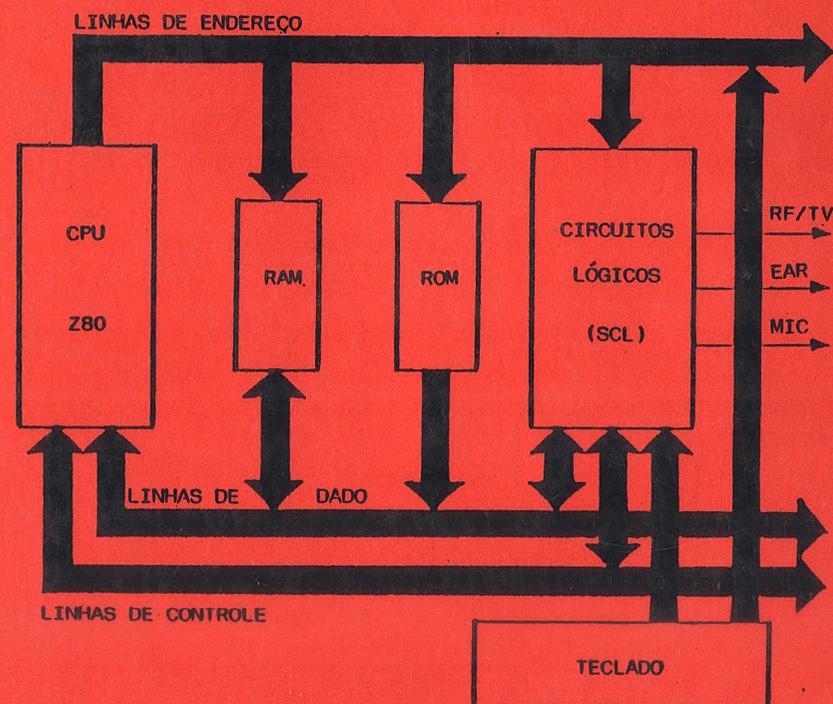
O Sr. Délio foi um homem à frente de seu tempo.

Muito obrigado Sr. Délio Santos Lima.

DELIO SANTOS LIMA

HARDWARE sinclair

HARDWARE
sinclair

para os micros TK 82C,
NE Z8000, TK 83, TK 85,
CP 200, RINGO, AS 1000, etc...

DELIO SANTOS LIMA

PREFÁCIO

Muito tem-se falado "do que os micros podem fazer".

Agora chegou a hora e a vez de "o que podemos fazer com os micros".

Talvez, não no sentido imaginado, mas puramente no aspecto físico da questão, ou melhor das máquinas.

O melhor mesmo é abrí-las e ver.

Certamente, nestas páginas você encontrará algo que o interesse.

Vá derretendo ...

....as soldas.

Delio Santos Lima

Caixa Postal 100

CEP 12.200 - São José dos Campos

SP - Brasil

ÍNDICE

INTRODUÇÃO

Os ZX81 e suas réplicas são computadores "poderosos" pelo seu preço e extremamente simples em seu hardware, dando-nos a chance de conhecer alguma coisa elegante em termos de soluções eletrônicas para microcomputadores, sem grandes conhecimentos do assunto.

Por outro lado para se compreender um pouco dos circuitos descritos aqui será preciso algum conhecimento rudimentar de:

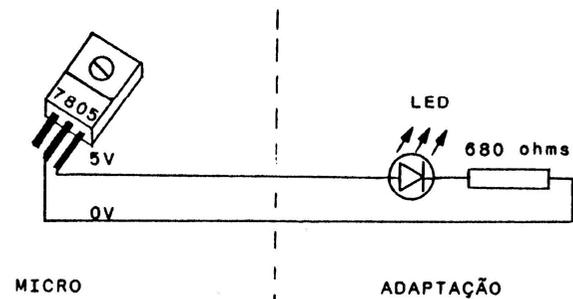
1. Interpretação de esquemas elétricos
2. Identificação de componentes eletrônicos
3. Montagens elétrico-eletrônicas
4. Números binários, porque as linhas de endereços e dados são codificados em binário.
5. Circuitos digitais: lógica binária

   1 = alto = 5V

   Ø = baixo = ØV = GND = TERRA
6. etc....

Caso já não lhe seja de conhecimento, tudo isto você poderá adquirir em poucas horas, sem muito esforço.

LED MONITOR

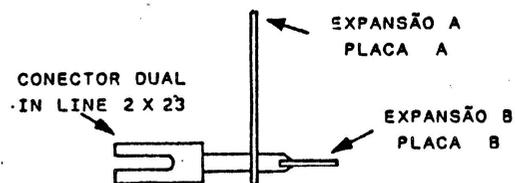
Instale um LED de qualquer cor diretamente na caixa do micro e monitore a situação da fonte - ON ou OFF.

LIGAÇÃO NO MICRO:

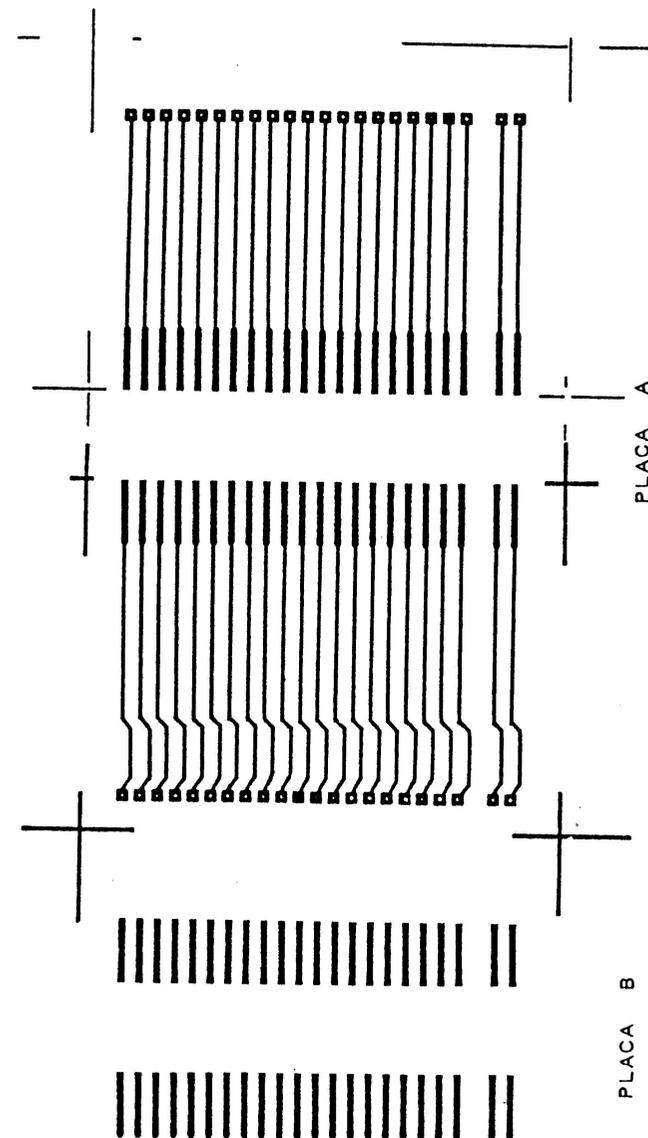
Retire os 5V e o terra do C.I. 7805 (do micro). Este C.I. é o componente que se encontra montado sobre um dissipador de calor (chapa de alumínio). Veja sua localização no Apêndice 1.

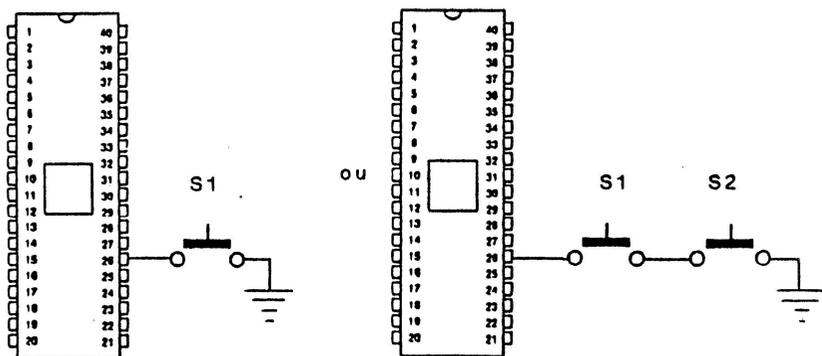
IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DO LED:

CONECTOR DE EXPANSÃO 1 X 2

Em alguns casos é desejável conectar dois periféricos no barramento do micro e nenhum deles possui entrada e saída tal que um possa ser ligado a outro, como com a impressora.

Para isto oferecemos o lay-out do C.I. impresso para elaboração de uma tomada 1 x 2.

Quanto ao conector fêmea de 23 posições, veja algumas dicas no apêndice 3.

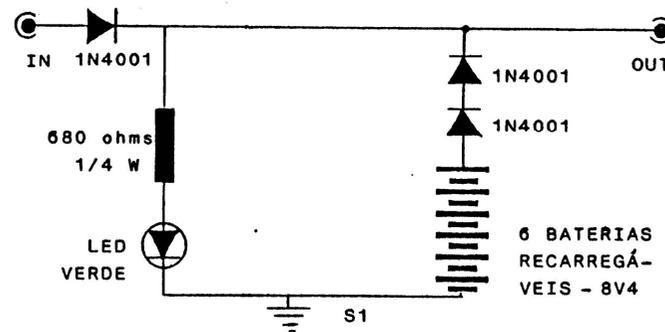
O lay-out do circuito impresso foi colocado no apêndice 5, em folha com o verso em branco, de tal forma que lhe seja possível copiá-lo por processo fotográfico, sem o uso de fotolito.

RESET

Ao invés de recorrer ao liga/desliga da fonte geralmente distante do micro e, sob certos aspectos danoso, oferecemos um RESET , que é só acrescentar um ou dois interruptores do tipo push-button, apertou "resseta", soltou reinicia. O uso de dois interruptores em série é apenas uma proteção contra acionamento acidental.

FUNCIONAMENTO :

Usa-se o próprio reset da CPU (Z80) pino 26.

A CPU é o maior CHIP do micro. É o componente com 40 "pernas" marca Z80-A. Para localizá-la no seu micro, veja o apêndice 1.

FONTE

Não raras vezes, as falhas da rede elétrica ainda que momentâneas, destroem nossos programas. Alimentar continuamente o micro por pilhas seria uma solução, porém um pouco cara, devido ao consumo de corrente. Contudo, podemos intercalar na fonte da rede uma alimentação por baterias que atue somente nos cortes (da rede), permitindo manter os programas na memória por "dias a fio" sem problemas.

Este tipo de fonte não resolve todos os problemas de alimentação e sim apenas no caso de corte desta. Outros problemas da rede também podem provocar a perda parcial da memória destruindo todo o programa, ou provocar oscilações no vídeo.

SUPER AQUECIMENTO

Em geral, os microcomputadores copiados do Sinclair sofrem de superaquecimento no CI regulador da fonte por :

A. Possuirem quase o dobro de componentes (CI) que o projeto original ZX 80. São os circuitos do SLOW, expansão de RAM, decoder da RAM interna, etc... que elevam o consumo.

B. Ou por possuírem até 10 vezes mais circuitos integrados que o ZX 81, versão atual do ZX 80, como é o caso do TK85, CP200 e RINGO, com mais de 40 chips, contra 4 do ZX 81.

O circuito integrado 7805 - regulador de 5V-1A,montado internamente, possui um dissipador de calor com superfície mínima, podendo ser aumentado. O CI 7805 para fornecer 5,0V regulados requer que na sua entrada estejam , pelo menos, 7,5V. A fonte externa (não é regulada) sem carga fornece 11V e com carga 9V. A diferença de potencial entre a entrada de 9V e a saída de 5V no 7805 é de 4 volts. Quatro volts com uma corrente de 700 a 800 mA dá mais de 3 Watts a serem dissipados na forma de calor.

Reduzir os 9 V da fonte externa para 7,5V , por exemplo,não é correto, porque, quando houver " queda de tensão da rede", poderá cair a entrada do CI 7805 a menos de 7 volts e este não manterá os 5 V necessários.

O ideal é substituir a fonte externa por uma fonte regulada transistorizada do tipo usado para toca fitas de carro, em residência.

Estas fontes, em geral, fornecem 12Vx3A (36 Watts). Na verdade possuem um zener de 12V e fornecem, na saída, apenas 11,4V. Substituindo o zener de 12 V por um de 9V, colocaremos a saída em 8,4V e,colocando ainda em série com este um diodo do tipo 1N4002, pode-se reduzir 0,6V e teremos 7,8 V na saída.

Com uma fonte externa regulada de 7,8V x3A você não terá mais problemas de superaquecimento ou oscilação de vídeo.

Para trocar um zener de 12V por um de 9V você terá que usar uma fonte transistorizada. (As com CI não possuem zener e "não aguentarão" dissipar a diferença imposta.)

Usamos com sucesso a da marca "ZINETTI".

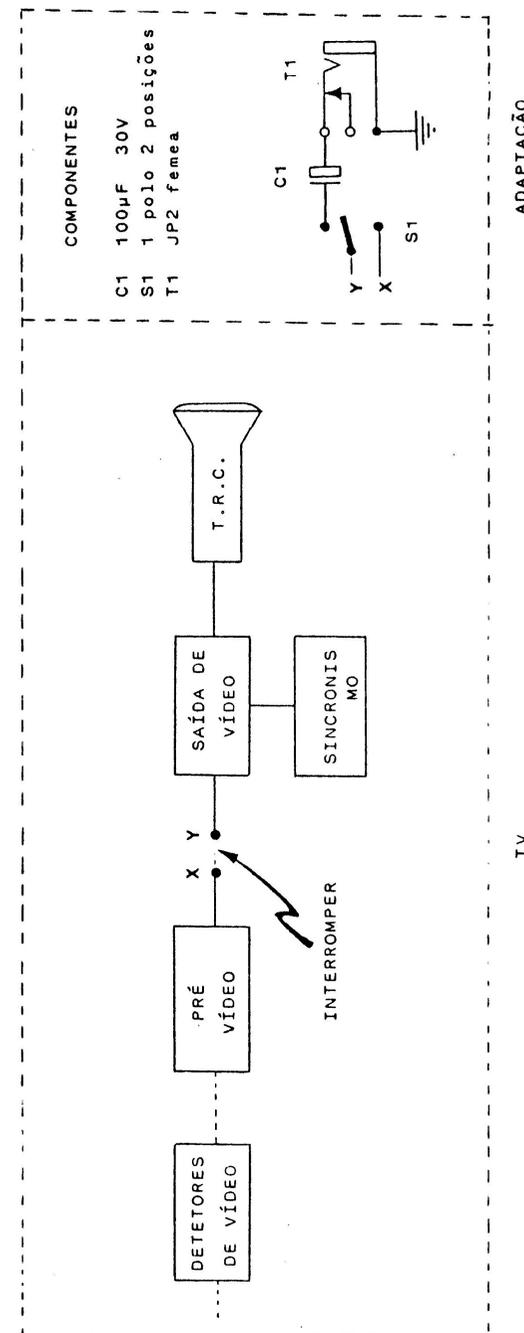
MONITOR DE VÍDEO

O TELEVISOR

O sinal de vídeo do micro pode ser enviado diretamente à saída de vídeo dos televisores,evitando-se, assim, o estágio de R.F. dos micros e os estágios de deteção e ampliação de R.F., Mix., F.I. de vídeo, C.A.G. pré-de-vídeo e outros dos televisores, com grande melhoria da imagem, sem necessitar "ser sintonizado". Ligou, funciona.

Para fazer esta alteração, você deve estar familiarizado com o circuito da sua TV, ou levá-la a um técnico com os dizeres abaixo e o diagrama da página seguinte.

Colocar no televisor uma tomada JP2 ligada ao estágio de saída de vídeo por um eletrolítico (100µF X 30V). É apreciável o uso de um interruptor de 1 polo por 2 posições para interromper o sinal de vídeo do televisor, como no diagrama a seguir.

Pode-se ainda evitar o uso do interruptor,fazendo-se a interrupção pela própria tomada JP2, passando o capacitor para a saída do micro.

O MICRO

Para retirar o sinal de vídeo do micro sem R.F., abra o mesmo e identifique no seu interior uma pequena caixa metálica (blindagem). É o estágio de R.F. . Nesta "caixa" você encontrará dois fios ou pontos entrando. Um é o sinal de vídeo, o outro é a alimentação DC...Veja sua identificação no apêndice 1, de acordo com o modelo de seu micro.

Interrompa a ligação do sinal de vídeo e faça a ligação de uma das duas formas a seguir:

A. Ligue o centro de um cabo blindado 28 AWG ao ponto marcado X (apêndice 1) e a blindagem do mesmo à blindagem do estágio de R.F. . Faça um orifício na caixa do micro, próximo ao estágio de R.F. e passe o fio para fora, após haver dado um nó no mesmo, próximo ao lado da solda. Na outra extremidade fixe o JP2 macho.

   Esta alteração é permanente e desliga o R.F..Você também pode deixá-lo ligado simultaneamente, o que tem dado bons resultados na prática.

B. Faça um orifício na tampa do micro (Ø=5mm) próximo ao estágio de R.F. e fixe no mesmo uma tomada JP2. Ligue a carcaça desta à carcaça do gerador de R.F. . Interrompa o sinal de vídeo através do JP2.

Quando não houver plug conectado ao JP2 fêmea o mesmo fechará a ligação do sinal de vídeo para o estágio de R.F. e, quando houver, este desviará o sinal para a tomada externa.

Uma vez realizada a alteração, incluindo a da TV / Monitor, teste tudo. Caso você não consiga obter um bom resultado de contraste, preto e branco, mesmo variando os ajustes da TV, é porque:

a. O nível de saída do sinal do micro é insuficiente, ou o mesmo que:

b. o ponto de entrada do circuito da TV não apresenta o ganho suficiente para a SAÍDA de VÍDEO.

INVERSOR DE VÍDEO 1

Para ZX80, TK 82C, TK 83, NE Z8000, TK 85 e CP 200

A inversão do vídeo nos micros acima pode ser feita apenas com o acréscimo de um interruptor de um polo com duas posições. Sem desligar o micro você poderá mudar de fundo claro para fundo escuro e vice-versa.

Abaixo, o diagrama da alteração:

Nos NE Z8000 e CP200 os caracteres são claros com fundo escuro e nos demais modelos ocorre o contrário. Caracteres escuros em fundo claro. Por isto uns micros diferem de outros quanto a ligação original do vídeo.

FUNCIONAMENTO:

Conforme o diagrama elétrico do microcomputador ZX 80, base dos "projetos" nacionais, vide apêndice 3,

o nosso interruptor de inversão de vídeo (S1) já estava lá representado junto ao IC9 74LS165.

ALTERANDO O MICRO:

Localize o CI 74LS165 com a ajuda dos diagramas do apêndice 1 e interrompa a ligação do pino 7 ou 9, conforme o modelo do seu micro, e ligue o interruptor S1 de acordo com o esquema dado.

O TK82C, TK83, e TK85 usam originalmente o pino sete do IC9 74LS165.

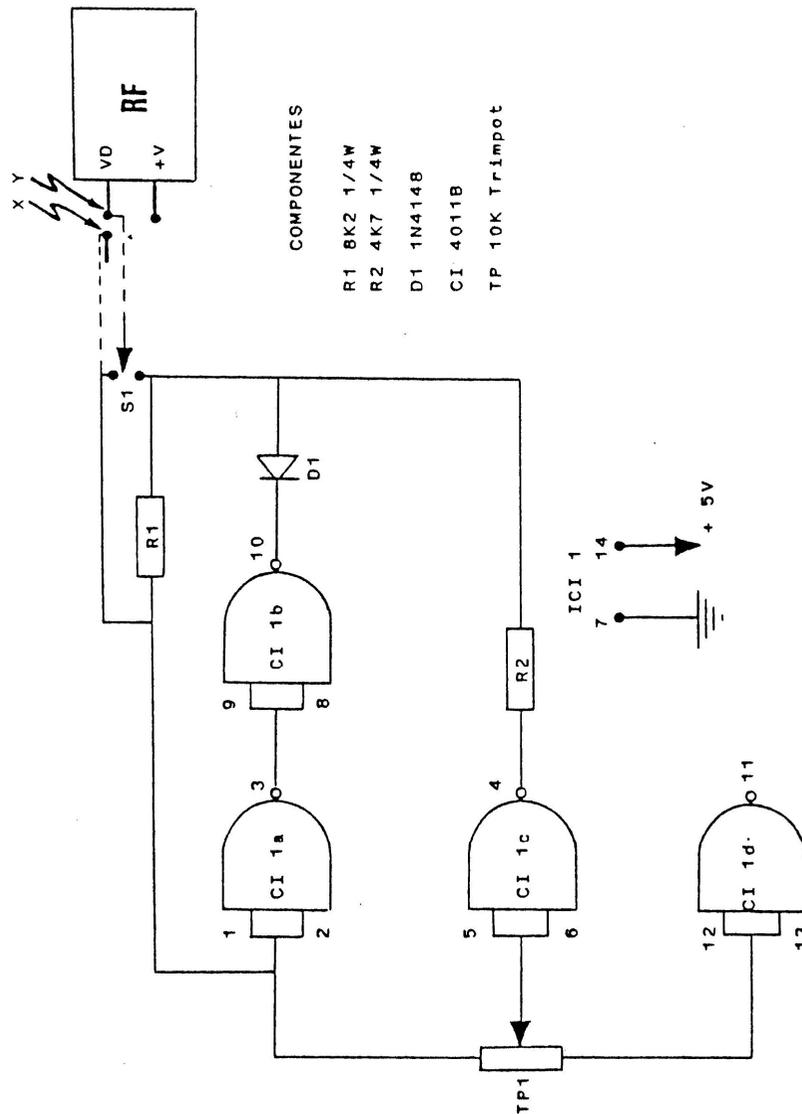
O CP200 usa o pino nove do 74LS165. O local a ser feita a interrupção é de relativo difícil acesso. Veja o apêndice 1.

INVERSOR DE VÍDEO 2

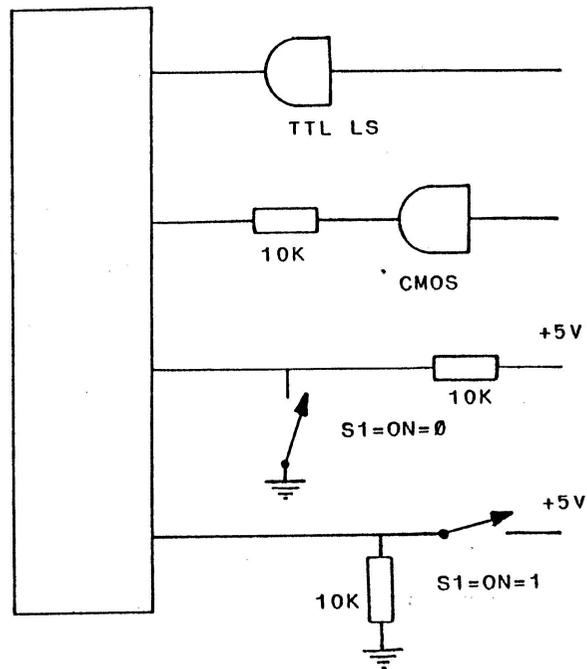
Para ZX 81, TK 82C e TK 83 com o chip SCL

O computador ZX 81 que substitui o ZX 80 com 8K de ROM possui apenas 4 circuitos integrados ao invés de 21 do modelo original. Um único circuito integrado projetado e fabricado exclusivamente para a Sinclair Research substituiu 18, R E P I T O ,18 outros circuitos integrados. Este CI denominou-se: SCL - Sinclair Computer Logic, rendeu ao seu Autor mais de 200 milhões de libras esterlinas, o título de "Sir" e a reputação do computador mais vendido no mundo, superando nisto a maior empresa do mundo a International Business Machines (IBM).

Algo por demais notável, mas não tão perfeito.

O SCL não preve a inversão de vídeo, sendo necessário o uso de circuitos externos. Isto ocorre com o ZX 81 e alguns TKs que foram produzidos "não se sabe como", com o SCL. Para estes casos oferecemos o circuito abaixo que poderá ser montado diretamente dentro do micro sem o uso de circuito impresso.

INTERFACING A PIO

A seguir apresentamos alguns circuitos de interface para uma PIO (Parallel Input/Output) do tipo 8255 usada na "PORTAS IN-OUT", página 41 a 44.

INPUT

O 8255 quando atuando como entrada possui alta impedância e aceita tensões entre Ø e Ø,8V como lógica "Ø" e entre +2 e +5V como lógica "1".

Cada uma das suas 24 linhas de input/output pode carregar até um TTL standard, sendo recomendados os de baixo consumo, tipo LS.

OUTPUT

EXPANSÃO INTERNA DE 4K A 16K RAM

PARA COMPUTADORES COM 2K RAM EM UM CHIP (2016)

Os microcomputadores TS2000/ZX81, TK 83 e outros dos últimos modelos estão saindo de fábrica com 2K RAM em uma única pastilha, contra 4 chips nos outros modelos também de 2K RAM.

A seguir apresentamos uma versão ultra econômica para acrescer de 2K a 14K ROM o seu micro.

MONTAGEM:

Abra o seu micro e verifique se ele possui um 2K RAM chip. Vide Apêndice 1. É um chip do mesmo tamanho das EPROMs, com a marcação 2016 ou 2116. Caso negativo, passe à expansão RAM II.

Tendo localizado a RAM, remova-a ligeiramente do soquete e levante o pino 18 da mesma, livrando - o do soquete e recoloque a memória na posição original.

Coloque sobre a original a nova memória com o lado marcado de uma, coincidindo com o lado marcado da outra. Solde com ferro apropriado todos os terminais de uma na outra, excluindo-se o pino 18.

Tome o CI 74LS138 e abra seus pinos, exceto o 8 e o 16, conforme a ilustração abaixo:

Escolha no micro um chip próximo (com 16 pinos) e cole sobre este o 74138 (chanfro com chanfro). Solde no C.I. os pinos 8 e 16 do 74138, respectivamente, 0V e +5V.

Complete as demais ligações do 74138, conforme o esquema dado. Caso seu micro use apenas 4 chips, você não encontrará outro C.I. de 16 pinos. Cole, então, o 74138 no circuito impresso com os pinos pa

ra cima e faça também as ligações de 0V a +5V a partir do C.I. 7805. Vide apêndice 1.

Você poderá ligar até 8RAMs sobrepostas, usando os CS3, CS4, ...,CS8 do 74138 indicados no esquema.

A ROM 2016

Possui 11 linhas de endereços, 8 de dados, 2 pinos para alimentação e 3 de controle, que são:

CS		Chip Select - equivale a um ON/OF do C.I.
RD	READ	Habilita a leitura de RAM pela CPU.
WR	WRITE	Habilita a escrita de dados na RAM.

TABELA DA VERDADE RAM 2016 OU EQUIVALENTE

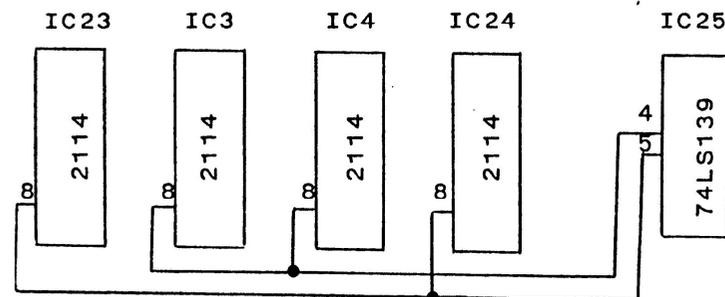
CS	RD	WR	MODO DO CHIP	CONDIÇÃO DOS PINOS DADOS
1	X	X	OFF	Alta impedância
0	0	1	READ	Saída de Dados
0	1	0	WRITE	Entrada de Dados
0	0	0	WRITE	Entrada de Dados

X pode ser 0 ou 1

EXPANSÃO INTERNA DE RAM PARA 4K

PARA COMPUTADORES COM 2K RAM EM 4CHIPS (2114)

PARA TK82C:

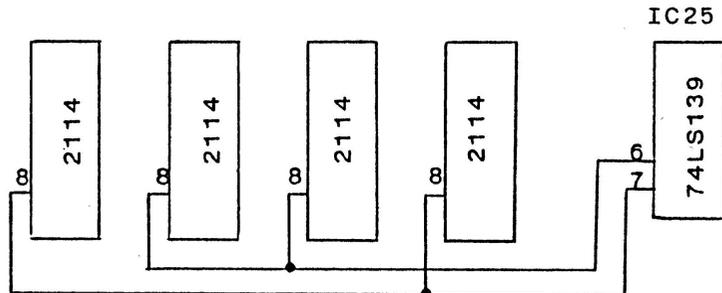
OS TK82C sairam de fabricação com 2K de RAM em 4 chips 2114), possuindo ainda um circuito integrado para decodificar os endereços (das RAMs),habilitando as memórias certas " no tempo certo ". É o 74LS139. OS ZX 80 e NEZ8000 não o possuem. Como as RAMs 2114 são de 4bits, elas estão ligadas com o RAM CS, duas a duas. (RAM CS, vide o capítulo " Expansão do Sistema Operacional).

LIGAÇÃO DO RAM CS NO TK 82C

Para expandir a RAM podemos usar as saídas, Pinos 6 e 7 do decoder 74139.

MONTAGEM:

Cole sobre as RAMs originais outras 4 x 2114 e levante os pinos 8 de todos. Todos os demais pinos devem ser soldados um a um com ferro de solda apropriado.

A seguir faça as ligações abaixo (do RAM CS) entre as RAMs e o 74LS139, usando fio rígido fino.

4 chips montados sobre os originais

LIGAÇÃO DO RAM CS NO TK 82C
PARA 2K DE RAM EXTRA

EXPANSÃO INTERNA DE RAM PARA 2K

PARA COMPUTADORES COM 1 K RAM EM 2 CHIPS (2114)

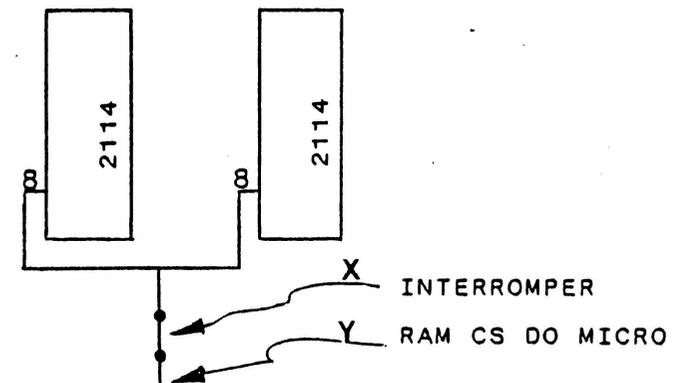
PARA NE Z8000

Alguns NE Z8000 sairam de fábrica com 1 K RAM. Como só a memória de vídeo pode ocupar mais de 700 bytes e a maioria dos programas, atualmente são para 16K ou 2K é apreciável mais 1K de RAM.

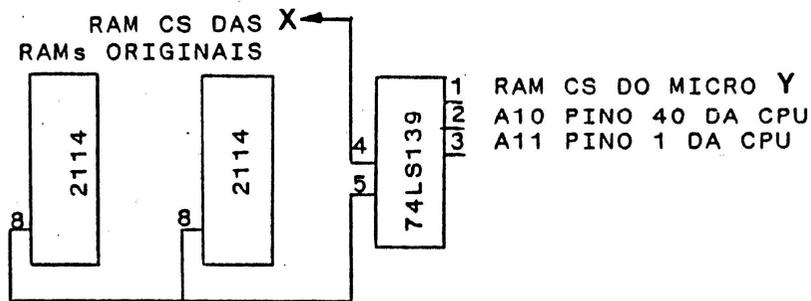
Leia os 2 artigos anteriores, Expansão de RAM.

Como o seu NE Z8000 não tem o decoder 74139 será preciso acrescer um.

MONTAGEM:

NE Z8000 ORIGINAL

A alteração proposta é colar sobre outro CI de 16 pinos, o 74139, com os lides abertos conforme abaixo.

Solde os pinos 8 e 16 e faça as demais ligações indicadas.

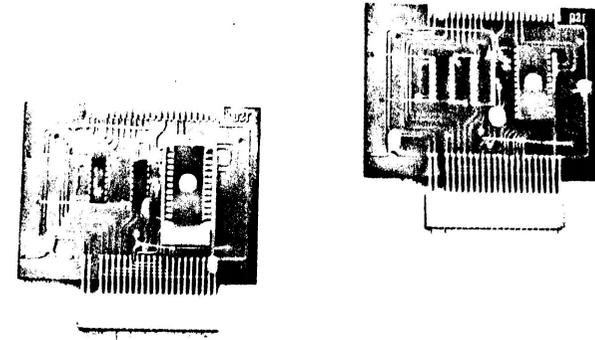
Cole sobre as RAMs originais outras 2 X 2114 e levente seus pinos 8. Todos os demais pinos devem ser soldados um a um (os das RAMs originais com os das RAMS "coladas").

EXPANSÃO DE 1K RAM PARA NE Z8000

LISTA DE COMPONENTES:

1 C.I. 74LS139 (decoder)

2 C.I. 2114 (RAM)

Fio rígido

EXPANSÃO SISTEMA OPERACIONAL

Os microcomputadores Sinclair possuem o seu programa residente em uma ROM ou EPROM, nos endereços de Ø a 8191. Os endereços de 8192 a 16383 ficaram reservados para eventuais expansões.

Considerando esta disponibilidade(dos endereços de 8192 a 16383), apresentamos um circuito que transforma os endereços de uma memória de 2K (EPROM ou RAM), colocando-os na faixa de 8192 a 10239, ou de 10 a 12K, ou de 12 a 14K, ou de 14 a 16K, ou ainda pode-se usar 4 X 2K simulatâneamente, de 8 a 16K.

Utilizando-se de um circuito impresso dupla face, podemos retirar do barramento do micro todos os sinais necessários a esta expansão e ainda colocá-los em um conector para outras expansões.

As memórias de 2K possuem 11 linhas de endereços, de A0 a A10,que possibilitam comutar um total de 2048 endereços. ($2^{15}+2^{14}+2^{13}.....+2^{0}$ = 2048).

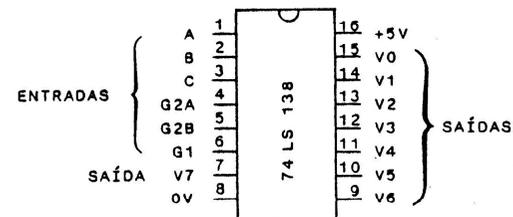
A memória instalada ROM ou RAM recebe diretamente do micro as linhas de endereço de AØ a A1Ø. As linhas de endereços de A11 a A14 devem ser decodificados. Veja a seguir uma decodificação das linhas de endereços:

LINHA DE ENDEREÇO	VALOR DECIMAL
A15	2^{15} = 32768
A14	2^{14} = 16384
A13	2^{13} = 8192
A12	2^{12} = 4096
A11	2^{11} = 2048
A10	2^{10} = 1024
A9	2^{9} = 512
A8	2^{8} = 256
A7	2^{7} = 128
A6	2^{6} = 64
A5	2^{5} = 32
A4	2^{4} = 16
A3	2^{3} = 8
A2	2^{2} = 4
A1	2^{1} = 2
A0	2^{0} = 1

Os micros SINCLAIR possuem 16 linhas de endereços, de AØ a A15, e efetivamente usam só 15, por que A15 é usado pelo display de vídeo.

Quanto ao nosso circuito de expansão, queremos que o mesmo acione a memória (de endereços Ø a 2Ø48) quando o barramento do micro estiver de 8192 a 1Ø23Ø. Para isto vamos ver um resumo da decodificação dos endereços A11 a A15, em blocos de 2K. Isto é, o primeiro byte de cada um dos blocos de 2K, situados de 8K a 16K.

ENDEREÇO DECIMAL	A11	A12	A13	A14	A15
8192	0	0	1	0	0
10240	1	0	1	0	0
12288	0	1	1	0	0
14336	1	1	1	0	0
16384	0	0	0	1	0

A decodificação necessária deve tomar os tres números binários A11, A12 e A13 e nos indicar quando a memória em questão deve ser lida. Apropriadamente para o caso, existe o circuito integrado 74 138 um decoder/demultiplexer cuja pinagem damos abaixo:

Em função dos níveis lógicos de suas entradas, o C.I. 74138 fornece os níveis de saída, conforme a tabela da verdade abaixo:

ENTRADAS						SAÍDAS (CS)							
A	B	C	G1	G2A	G2B	0	1	2	3	4	5	6	7
X	X	X	X	1	X	1	1	1	1	1	1	1	1
X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X	X	X	0	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0

Ligando-se as linhas de endereços A11, A12, A13 e A 14, respectivamente as entradas A, B, G1 e G2A do 74138 teremos o efeito desejado, excluindo-se o ROM CS. O que é CS ? É Chip Select.

Todas as memórias do micro estão simultaneamente ligadas ao barramento de dados e endereços. São ligadas apenas as que forem selecionadas pelo sinal denominado CS - Chip Select. Pino 20 da nossa memória. Tanto o ROM CS como o RAM CS atuam no nível lógico Ø (baixo).

O micro lê a ROM ou a RAM, sempre uma ou outra. Isto é: Se o RAM CS for 1, o ROM CS é Ø e vice-versa.

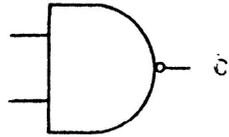
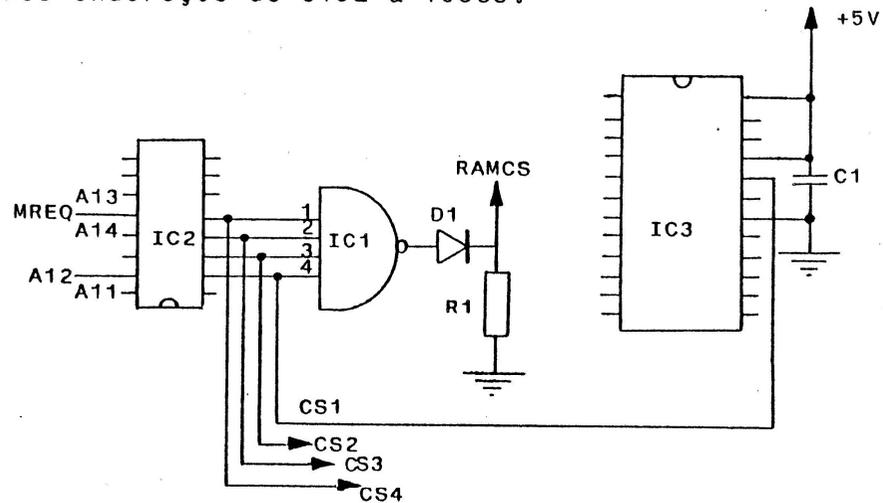
Esta identificação das memórias (CS) é feita baseada na linha de endereço A14. Se A14 for 1, o endereço é acima de 16384 (é o das RAM) e consequentemente aciona o RAM CS e se o endereço for abaixo de 16384 aciona o ROM CS.

Isto quer dizer que, mesmo com a decodificação feita no 74138 que "habilitará" devidamente a nossa memória, será preciso "desabilitar" a ROM do micro. Isto é relativamente simples.

Quando qualquer saída do decodificador 74138 for habilitada é só inverter este sinal para desabilitar o ROM CS do micro. Como o 74138 está ligado com quatro saídas para CS (4x2K de 8K a 16K), combinamos todas por lógica NAND e ligamos ao ROM CS do micro por um diodo, conforme o esquema.

Como porta NAND, usou-se o C.I. 74LS30, 8 - INPUT-POSITIVE NAND GATES.

TABELA DA VERDADE PORTA NAND

A	B	C
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

A seguir o circuito da expansão 4 X 2K(ROM ou RAM) nos endereços de 8192 a 16383.

NO IC3 - OS PINOS DE 1 A 17, 19, 22 e 23 ESTÃO LIGADOS AO BARRAMENTO DE EXPANSÃO

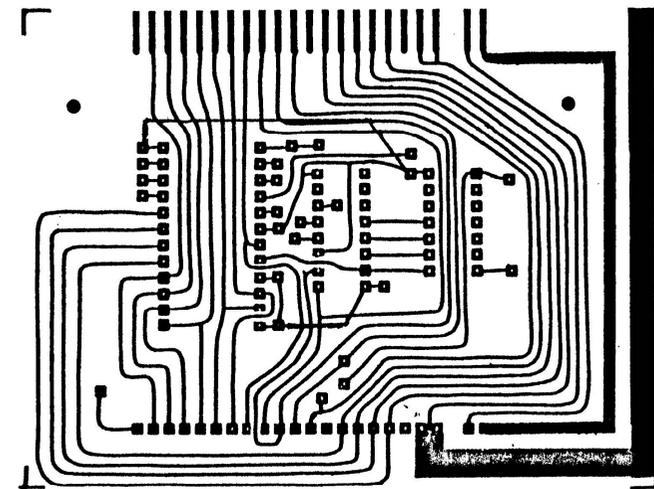
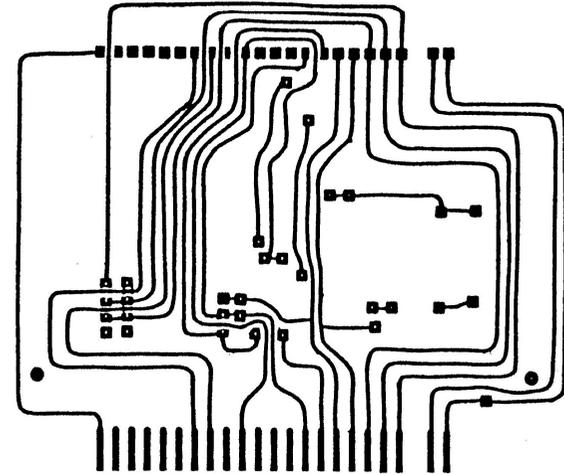
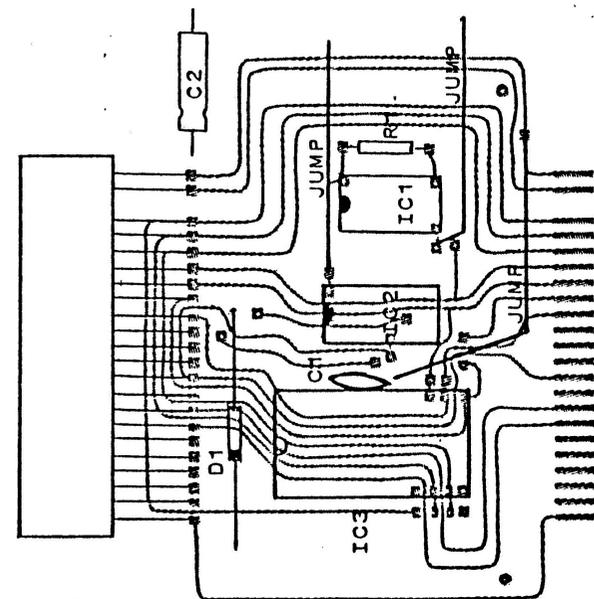
RELAÇÃO DE COMPONENTES

IC1 74LS30
IC2 74LS138
IC3 2716 ou 2016
D1 1N4148

R1 1Kohm 1/8 W
C1 1500KpF
C2 22 µF 16V

A seguir o lay-out dos circuitos impressos e a localização dos componentes.

Observe a existência de 3 jumpers na face superior do circuito impresso e 2 na face inferior.

VISTA SUPERIOR DOS COMPONENTES
COM CIRCUITO IMPRESSO NA FACE INFERIOR

VISTA SUPERIOR DOS COMPONENTES
COM CIRCUITO IMPRESSO NA FACE SUPERIOR

PORTAS IN-OUT

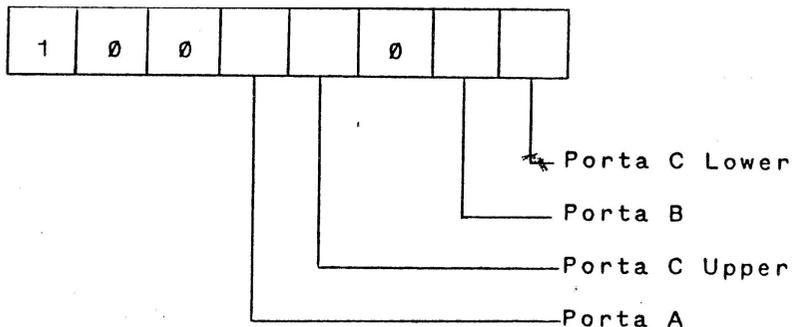
A utilização do micro para o controle de dispositivos externos só é possível com os chamados circuitos de input/output (PIO ou PPI). São circuitos que através do barramento de endereços e dados permitem à máquina perceber a ação de eventos externos e enviar sinais de controle.

As utilizações são as mais variadas possíveis. Fazendo uso da programação em Basic ou Assembly, você poderá controlar diferentes aparelhos elétricos externos simultaneamente, acionando-os ou desacionando-os, de forma predeterminada, ou mesmo gravar e verificar EPROMs.

Para operar como PIO, com o microprocessador Z-80, existe o circuito integrado 8255. O 8255 possui 3 portas (A,B,C) de 8 bits cada, as quais podem ser usadas de 3 modos : 0, 1 e 2. O modo de maior utilização é o modo Ø . Neste modo o 8255 fica com as portas A e B como 8 linhas (cada) de entrada ou saída. Digamos que equivalem a 16 "interruptores" que, como saída são acionados pelo micro, ou como entradas são acionados pelos dispositivos externos e lidos pelo micro.

A porta C (de 8 bits) fica dividida em duas de 4 bits cada. Cada secção pode ser usada como Entrada ou Saída.

A definição do modo de operação das portas é feita a partir de um número binário de 8 dígitos, escrito no register de controle.

Este número é montado da seguinte forma:

Nível Ø = Output Porta

Nível 1 = Input Porta

Devido às ligações do C.I. 1, por decodificação, o register de controle será acionado no endereço 16381. Deve-se aplicar POKE 16381,X para definir o modo de operação das portas.

X é um número decimal ou binário de 8 bits (bit é dígito binário).

Lembre-se que se o bit

7 for 1, em decimal equivale a = 128

6 for 1, em decimal equivale a = 64

5 for 1, em decimal equivale a = 32

4 for 1, em decimal equivale a = 16

3 for 1, em decimal equivale a = 8

2 for 1, em decimal equivale a = 4

1 for 1, em decimal equivale a = 2

0 for 1, em decimal equivale a = 1

Se quisermos acionar a nossa PPI (Interface programável para periféricos) com:

8 portas (A) em OUTPUT

8 portas (B) em INPUT

4 portas (C) em INPUT

aplique POKE 16381,139. Em binário é 10010011 que é igual a 128 + 8 + 2 + 1 .

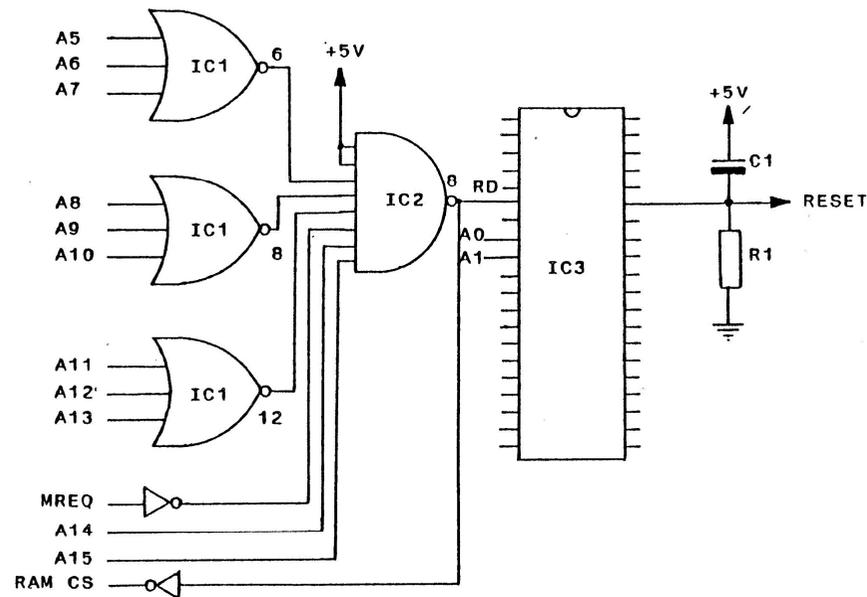
Uma vez ajustada a PPI, as portas A, B e C serão acessadas nos endereços 16384, 16382 e 16383 respectivamente.

Estes endereços foram escolhidos por serem pouco usados em qualquer tipo de expansão de memória. São decodificados pelo C.I. 1.

Cada uma das 24 linhas de Input/Output pode carregar até 1 TTL standard, sendo recomendados os de baixo consumo, tipo LS.

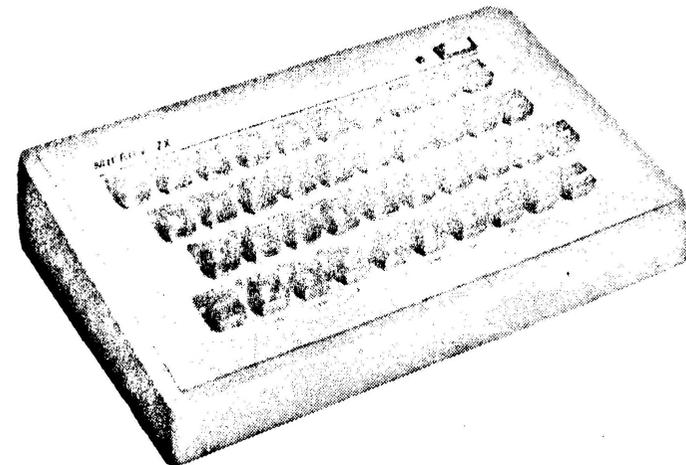
Quando atuando como entrada, possui alta impedância

e aceita tensões entre Ø e Ø,8V como lógica "Ø" e entre +2 e +5 como "1".

A seguir o circuito da PPI, montada e testada em um "proto-board".

RELAÇÃO DE COMPONENTES:

IC1 74LS27
IC2 74LS30
IC3 8255
IC4 74LS04
R1 100Kohm 1/8 W
C1 10 μF 16V

Veja as sugestões para input/output no 8255 às páginas 24 e 25.

TECLADO

Excluindo-se a ROM e os circuitos de vídeo, o teclado do Sinclair é uma das partes mais brilhantes dos microcomputadores ZX80-81 e similares.

Utilizando-se de uma ligação "sui generis" Sinclair criou um teclado de 40 teclas que podem ser comutadas até 5 vezes, simulando o equivalente a quase 200. Destas, o micro possui 154 funções disponíveis no teclado.

A codificação do teclado, interpretada diretamente pela ROM foi explicada no livro "Código de Máquina para TK e CP200". Por ora basta lembrar que o teclado possui apenas 13 fios, ligando seu circuito ao micro.

Em janeiro de 1982, quando foram lançados os micros TK 82C e NE Z8000, achamos que havia chegado o momento da construção de um laboratório. para o ensino de programação Basic e Assembly Z80, onde cada aluno pudesse desfrutar individualmente do uso de um microcomputador, durante todo o tempo de aula.

Para a realização prática deste laboratório, deparamo-nos com os seguintes problemas:

* Inviabilidade do teclado tipo "touch" para fins didáticos, comerciais, ou mesmo pessoais.
* Insuficiência em tamanho e peso dos mesmos, associada à falta de opções para interconexões entre micros, vídeos e cassetes.
* Distorções e interferências dos geradores de RF dos micros, com necessidade constante de reajuste da sintonia fina.

Basicamente, a solução foi criar um teclado mecânico, incluindo o teclado, o micro e a fonte em um só gabinete, com as devidas tomadas para as interligações.

A seguir, maiores detalhes do teclado que originou o laboratório de programação instalado e usado desde 17 de maio de 1982, pela Associação Joseense de Ensino/CDT/ETEP em São José dos Campos - SP.

MICRON ZX

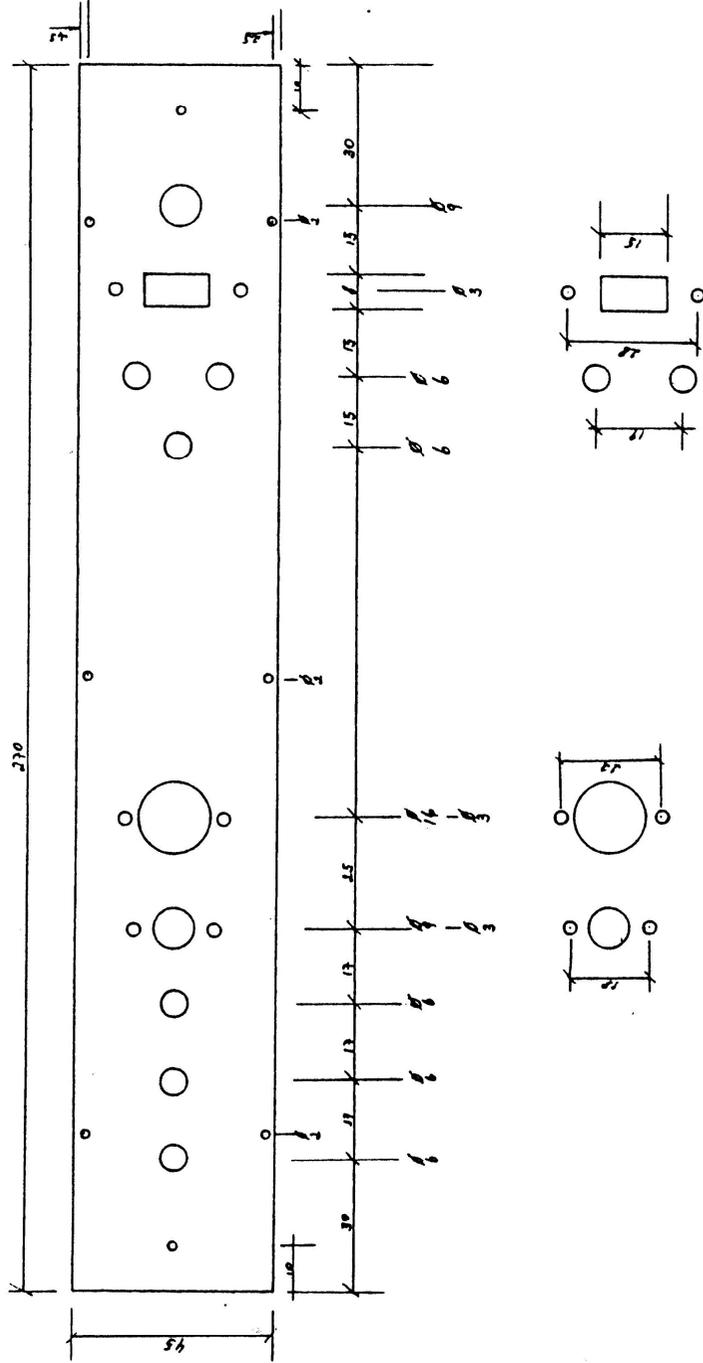
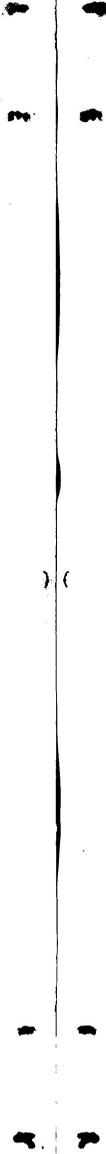
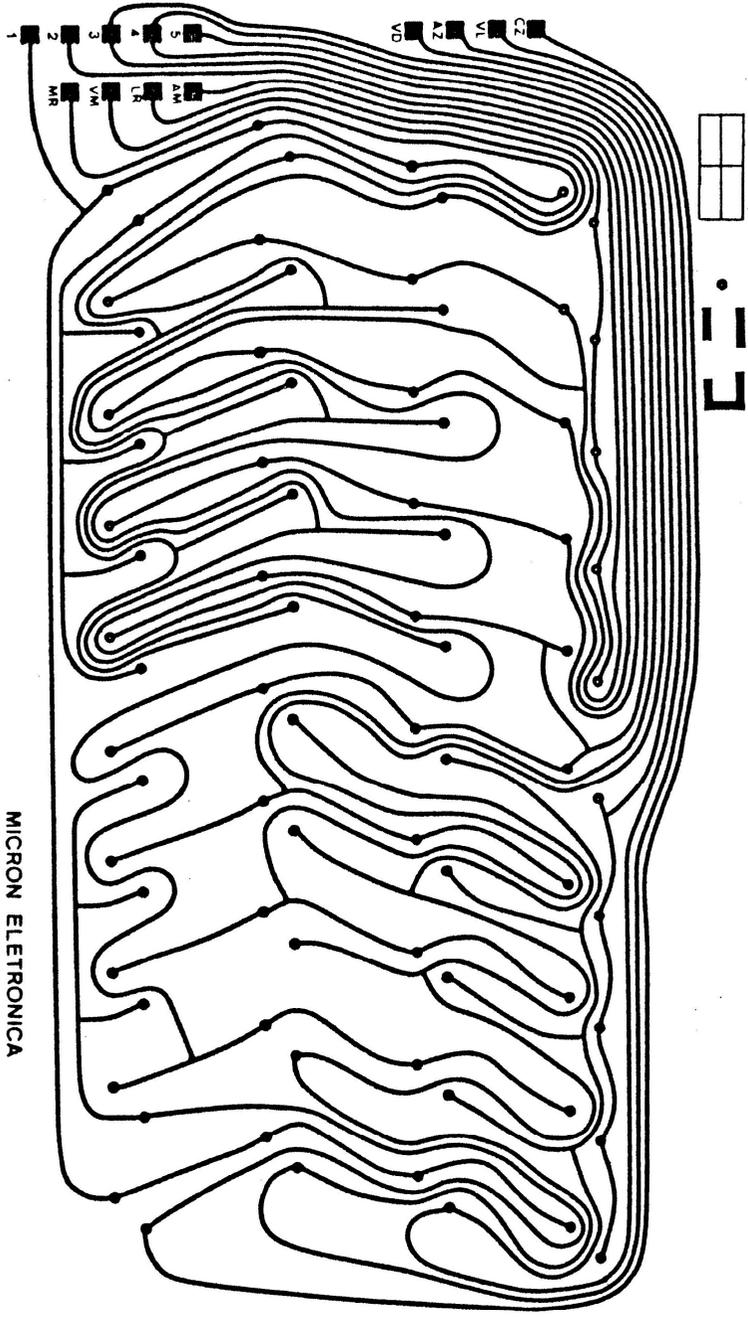
PLOT UNPLOT REM RUN RAND RETURN IF INPUT POKE PRINT

SIN COS TAN INT RND STRS CHRS CODE PEEK TAB

NEW SAVE DIM FOR GOTO GOSUB LOAD LIST LET

ARCSIN ARCCOS ARCTAN SGN ABS SQR VAL LEN USR

COPY CLEAR CONT CLS SCROLL NEXT PAUSE BREAK

LN EXP AT IN KEYS NOT π

MICRON ELETRONICA
MICRON
ELETRÔNICA COM. IND. LTDA.
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - S.P.

O laboratório em pauta conta com dez microcomputadores completos e funcionou satisfatoriamente por mais de 18 meses, tendo, ainda, sido usado por mais de 1000 alunos.

O TECLADO

A utilização de um teclado do tipo empregado nos micros D8000, CP500 e outros fica pouco viável, se considerarmos que apresentam:

* elevado custo
* utilizam o ASCII, codificação que não é compatível com a lógica do teclado Sinclair.

Optamos por usar uma placa de circuito impresso em face única, colocando diretamente sobre o lado inverso a gravação por silk-screen das palavras chave e quarenta teclas individuais, previamente gravadas.

A GRAVAÇÃO DAS TECLAS

Existem as opções:

* dupla ou tripla injeção de plástico, separando teclas e letreiros;

* silk-screen
* silk-screen com fixação por ultra-violeta
* hot stamp
* pantografia
* etc....

As teclas que utilizamos foram gravadas por pantografia, em baixo relevo de -0,8mm.

O GABINETE

Existem as opções:

* injeção plástica
* fibra de vidro
* madeira
* resina expandida
* chapa metálica estampada
* etc....

O gabinete que utilizamos é de madeira. Se devidamente calafetado, lixado, aplicado um primer algumas vezes, com pintura em aerosol, oferece excelente acabamento.

Siga com rigor as recomendações para o acabamento do gabinete.

AS LIGAÇÕES

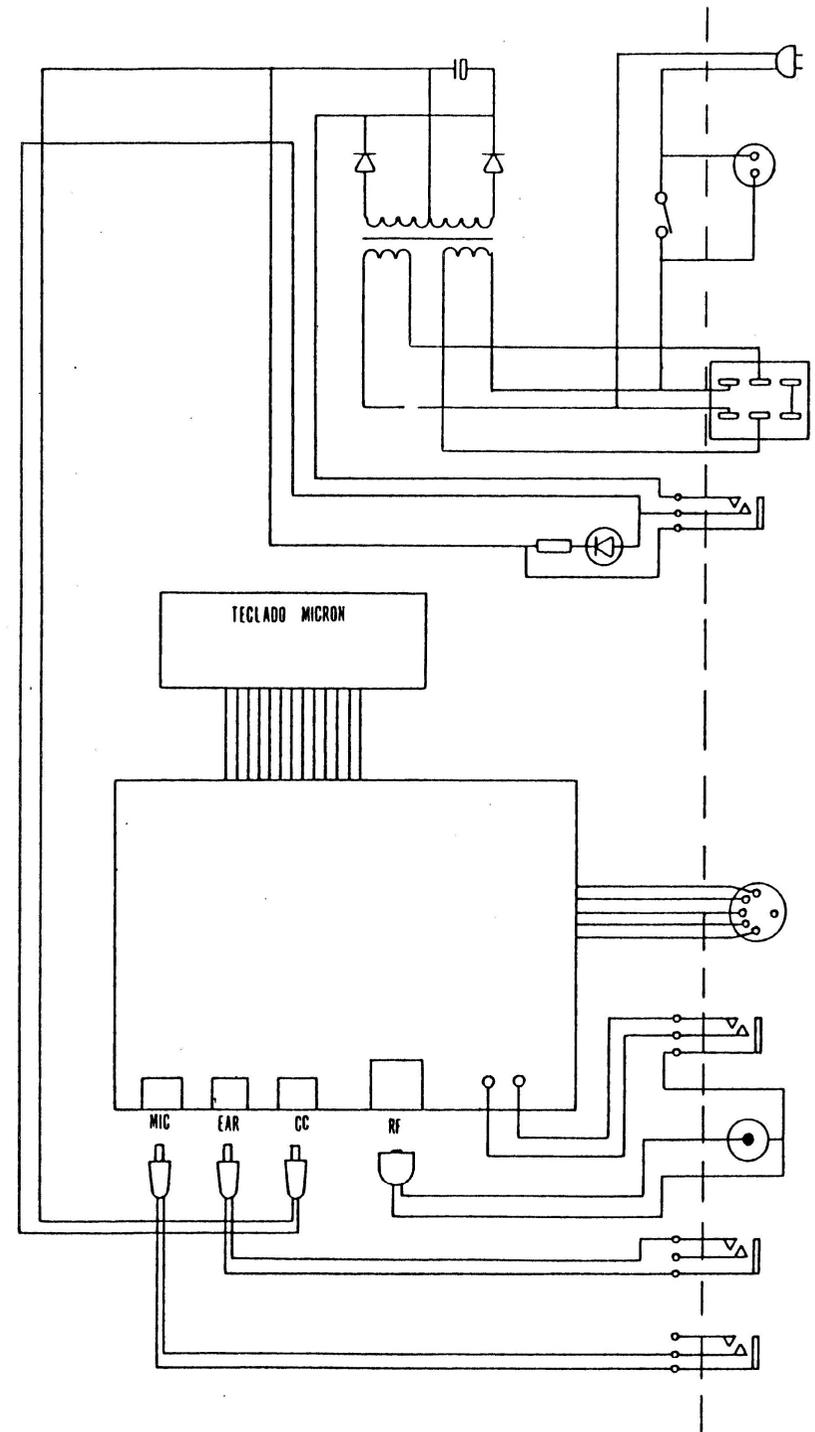
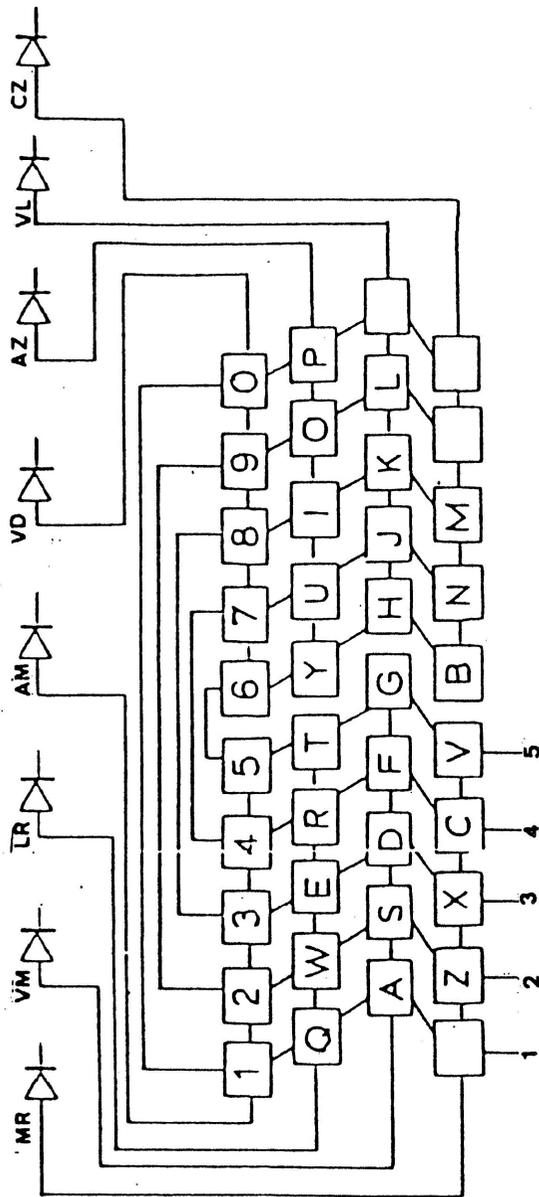
DO TECLADO:

O teclado "touch" de seu micro poderá ou não ser removido, ficando a escolha a seu critério.

Na placa de circuito impresso deste projeto existem 13 pontos de ligações a serem ligados ao micro. Estão marcados como:

MR, WM, LR, AM, VD, AZ, VL, CZ os pontos a serem ligados (nesta ordem) aos diodos D3 a d9, componentes montados longitudinalmente ao teclado do micro e logo acima deste. Estão marcados de 1 a 5 os pontos a serem ligados de 1 a 5, conforme o diagrama 2. Observe que, para cada tecla do micro, existem dois pontos possíveis de ligações. Ao ligar as linhas de 1 a 5, escolha os pontos que não estiverem ligados aos diodos.

DIVERSAS

As ligações a serem feitas , de um modo geral, estão resumidas no diagrama de ligações 1 e 2, podendo ser feitas sem qualquer conhecimento de computação, desde que interpretados os referidos diagramas

As ligações MIC, EAR, CC, RF podem ser feitas, usando-se os conectores do micro, desde que para o MIC e EAR sejam também ligados o 3º fio, existente nas fêmeas e que não estão representados no diagrama 1.

A saída de vídeo sem RF é retirada antes do estágio de RF, contido em uma blindagem metálica. Existem dois fios entrando neste módulo. Um é do + VCC e o outro é do sinal de vídeo. Interromper este último através do plug de saída JP2 fêmea:

O interruptor liga/desliga deve ser substituído por um do tipo FEAD, ficando fixado no painel principal.

O LED existente no painel principal, indica o funcionamento do aparelho e deve ser ligado através de uma resistência de 1K Ohm de 1/2 Watt.

O transformador da fonte de alimentação poderá ser fixado na lateral esquerda do gabinete, próximo à entrada da rede e da chave seletora 110/220V.

EXPANSÕES

Nos micros NEZ, recomendamos a colocação da memória no próprio gabinete, devendo a placa do micro ser fixada com sua parte inferior próxima à placa do teclado. Unir a memória à placa do micro com so

quete e chicote flexível. Você poderá ainda dessoldar um dos lados do conector da memória, flexioná-lo 180 graus, colocando jumps nas ligações ora distanciadas.

Nos micros TK recomendamos deixar a memória externamente, possibilitando expansões futuras.

SEQUÊNCIA DE MONTAGEM

1. Acabar o gabinete
2. Colar as teclas do painel ANTES de soldá-las
3. Fixar as peças do painel de saídas.
4. Ligar a fiação aos conectores do painel de saídas.
5. Fixar e ligar a fonte DC.
6. Fixar o painel de saídas no gabinete.
7. Remover o micro de sua caixa e o teclado"touch" se desejar.
8. Ligar os 13 fios do teclado e interromper o R. F., se desejar.
9. Ligar os 13 fios, ítem 8, ao painel do teclado.
10. Completar as ligações, conforme o diagrama 1.

IMPORTANTE:

Os micros TK devem ser montados sobre dois sarrafos de 1x1x17cm, fixados aos do fundo do gabinete. O painel com as teclas será colocado por último, sendo a montagem feita através da "tampa" superior.

Nos NE Z8000 coloque primeiramente o painel principal, com os adesivos de dupla face e, a seguir, o micro em pequena diagonal, nos mesmos sarrafos (lado oposto) que receberam o painel principal. Neste caso, a montagem será feita pela "tampa" inferior.

Antes de iniciar, veja o parágrafo sobre as expansões.

ACABAMENTO DO GABINETE

Recomendamos que você encomende o gabinete a um marceneiro, que poderá executar o trabalho com a planta em anexo. Passe, então, ao acabamento, seguindo as instruções abaixo:

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- 1 espátula ou pedaço de régua plástica
- 3 lixas d'água nº 120, 180 e 220
- massa plástica para madeira
- solvente para primer
- pincel ou trincha de 1/4"
- 1 lata de spray Color Gin, linha automotiva, nas cores cinza, azul ou branco gelo, dependendo da cor de seu teclado.

OPERAÇÕES

Aplicar a massa e lixar, quando seca.
Repetir até obter todas as superfícies lisas e uniformes.
Aplicar o primer, não muito diluído e lixar quando seco. Repetir.

Aplicar o spray, conforme as instruções da sua embalagem.
Lixar o painel principal e o do fundo, de acordo com o gabinete, lixando as suas bordas.

RELAÇÃO DE MATERIAL

A seguir relação do material necessário à montagem do teclado mecânico:

QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
40	Teclas pretas, contato momentâneo, gravadas por pantografia em duas cores.
01	Circuito impresso metalizado com o painel do teclado em fibra de vidro 28cm x 17cm.
01	Painel de saídas, em fibra, 25cm x 4,5cm.
01	Tampa de fundo de fenolite, 28cm x 17,2cm.
01	Gabinete de madeira, 30cm x 19cm x 4,2cm x 7,3cm.

03	Conector tipo JP2 macho
03	Conector tipo JP2 fêmea
01	Conector tipo RCA macho
01	Conector tipo RCA fêmea
01	Chave FEAD 1 x 2
01	Chave HH 2 x 2
01	Metro de cabo coaxial 28 AWG
01	Led vermelho, vide ligações
01	Resistência 680 OHMS, 1/4 W
01	Metro de cabo paralelo x 18 -28 AWG
01	Metro de adesivo face dupla
04	Adesivos protetores 3M
12	Parafusos autotarrachantes de 0,2x0,8cm
04	Parafusos com porcas de 0,3 x 0,8cm

APÊNDICE 1

Este apêndice apresenta o lay out do circuito impresso, de cada um dos micros "ex-Sinclair", com a localização dos componentes necessários ao uso com os circuitos descritos neste volume.

VD
5V
RF
78
05
1
2114
2114
2114
2114
74139
74365
74165
Z 80
EPROMs
D3
D4
D10
1
3
4
5
TK 82C

VD
5V
RF
78
05
2114
2114
74365
74165
Z 80
EPROMs
D3
D4
D10
1
3
4
5

NE Z8000

TK 83

CP 200
7805
7812
C35
7805
RF
C60
R49
R50
R51
TR4
SAÍDA P/ MONITOR
(VÍDEO S/RF)
74165
INVERSÃO DE VÍDEO
INTERROMPER
Z 80
TECLADO

TK 85
TECLADO
Z 80
EPROM
EPROM
TECLADO
RF

ZX 81
RAM
2016
ROM
SCL
Z 80
RF
D1
D8
0V
+5V

MODULATOR
ISSUE 3
IC1
IC2
IC3
IC4
IC5
IC6
IC7
IC8
IC9
IC10
IC11
IC12
IC13
IC14
IC15
IC16
IC17
IC18
IC19
IC20
IC21
IC22
TR1
C8

APÊNDICE 2

Este apêndice apresenta o esquema do microcomputador ZX 80 que serviu de base para os "projetos nacionais".

Apresentamos também as diferenças de ligações entre o esquema dado e os demais, além de uma relação dos componentes com suas funções.

O NE Z8000 é igual ao ZX com 8K de ROM.

O TK82C é o ZX80 com 8K de ROM e mais duas RAMs 2114. Alguns TK82C possuem o circuito de SLOW.

O TK83 é o TK82C com SLOW. Usa como RAM um chip do tipo 2016 ao invés de quatro 2114. Mantém 2K RAM.

O TK85 é o TK83 com 16K de RAM, mais 2K de EPROM com rotinas de alta velocidade para SAVE e LOAD e, SAVE e LOAD DATA. Por esta razão alteraram os circuitos de entrada e saída EAR/MIC.

O CP200 é o ZX80 com 8K de ROM, 16K de RAM, SLOW, Beep e Reset. O barramento de expansão foi alterado fisicamente; eletricamente apenas não possui ligado o +5V e +9V. A fonte de alimentação é interna e conta com tres integrados reguladores. Existe CP 200 versão SPEED, com 2K de ROM extra (como o TK85), só que a velocidade é diferente.

O RINGO é o ZX80 com 8K de ROM (alterada em mais de 1K), SLOW e 16K de RAM. O barramento de expansão, o teclado e a fonte foram alterados. Quanto ao teclado, destaque-se que o RINGO possui algumas teclas de edição que não requerem o uso do SHIFT como CURSOR UP DOWN/LEFT/RIGHT, DELETE, etc...

RELAÇÃO DOS COMPONENTES

DO MICROCOMPUTADOR SINCLAIR ZX 80

I.C.	TIPO	FUNÇÃO
01	Z80 A	Unid. Central de Processamento.
02	ROM	Sistema Operacional - Incluindo padrão dos caracteres.
03-04	2114	RAM - Memória do usuário, de vídeo e demais variáveis do sistema.
05	74LS373	8 FLIP-FLOPS - Memória do código do caracter lido na RAM.
06-07-08	74LS157	QUAD 2 LINE TO 1 LINE SELECTOR- Fornecem ao A0-A8 para a ROM pela saída do IC-5 e do Contador
09	74LS165	8 BIT SHIFT REGISTER, PARALLEL IN SERIAL OUT-MEMÓRIA de uma linha de TV do padrão do caracter em uso.
10	74LS365	
11	74LSØØ	QUAD 2 - Input positive NAND.
12	74LSØØ	QUAD 2 - Input positive - Gerador SINC TV.

13	74LSØ4	6 Hex Inverter - Combina/inverte sinal de vídeo e sinc.
14	74LSØ5	6 Hex Inverter - coletor aberto vídeo
15	74LSØ5	Idem - vídeo
16	74LS1Ø	TRIPLE 3 INPUT POSITIVE NAND GATE.
17	74LS32	QUAD 2 INPUT OR GATE - Gerador Sinc TV.
18	74LS74	DUAL TRIGGERED FLIP-FLOPS tipo D - Gerador Sinc TV.
19	74LS74	Idem - Gerador Sinc TV
20	74LS86	QUAD 2 - INPUT EXCLUSIVE OR GATE (combina/inverte sinal de vídeo e Sinc.
21	74LS93	4 - bit Binary Counter - Contador de linhas de TV.
22	7805	Regulador + 5 V
23	2114	RAM
24	2114	RAM
25	74LS139	8 line decoder - decodificador dos endereços da RAM interna.

Obs. Os I.C. 23, 24 e 25 são só encontrados nas máquinas com 2K RAM. A numeração dos circuitos integrados, de IC 01 a IC 22 é igual no Sinclair ZX 80 e no Microdigital TK 82C.

APÊNDICE 3

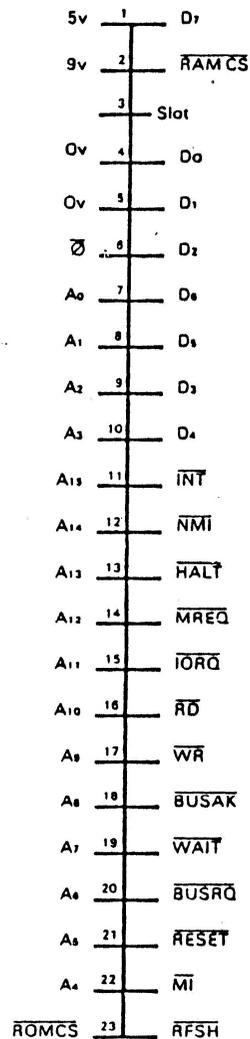
Fornece dados sobre o barramento de expansão Sinclair.

BARRAMENTO DE EXPANSÃO SINCLAIR

O barramento de expansões dos computadores NE Z80 TK80, TK82C, NEZ8000, TK83 e TK85 são totalmente iguais ao do Sinclair ZX80 e ZX81 elétrica e fisicamente.

Alguns dos primeiros, apenas dos primeiros, NEZ80 e NEZ8000 não possuiam ligado o ROM CS ao barramento, assim como os primeiros ZX80. O ROM CS pode ser facilmente ligado. Quanto ao CP200, o barramento é eletricamente igual, (excluindo o +5V e +9V), mas difere fisicamente e, inclusive, entre as versões CP200 standard e CP200 speed.

Todo o barramento de expansão está contido em um conector dual in line de 23 posições e 44 conecções. Este tipo de conector não é fabricado. É cortado do chamado S100 DUAL IN LINE 2X 50 posições.

A seguir, a localização dos sinais no barramento de expansão Sinclair.

BARRAMENTO DE EXPANSÃO SINCLAIR

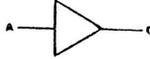
DESCRIÇÃO	NOME	FUNÇÃO
Endereços	AØ A15	Saídas p/memórias e dispositivos.
Dado	DØ D7	Saída/entrada (bidirecional).
Controle do Sistema	MREQ	Identifica memória em uso.
	IORQ	Identifica operações de 1/0.
Controle do Sistema	RD	Indica entrada de dados na CPU.
	WR	Indica saída de dados da CPU.
	MI	Refere-se a interrupções.
	RFSH	Refresh do sincronismo das memórias dinâmicas.
Sistema de Clock	Ø	Saída de 3,25 Mhz
	RST	Resseta a CPU quando com valor Ø.
Controle da CPU	INT	Ent. de solicitação de interrupção
	NMI	Idem INT.Não pode ser desativada.
	WAIT	Indica estado de espera da máquina.
	HALT	Indica que a CPU executou 1 parada.
	BUSAQ	Solicita controle para CPU.
	BUSAK	Indica saída do controle pela CPU.
Seleção de Memória	RAMCS	Se de valor lóg.alto(1),desconecta a leitura do RAM
	ROMCS	Se de valor log.alto(1),desconecta a leitura da ROM.
Alimentação	+9V	9V sem regulagem.
	+5V	+5V regulados.
	GROUND	Ø V

APÊNDICE 4

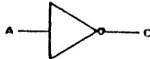
Este apêndice contém informações sobre os circuitos integrados utilizados nos projetos descritos neste volume.

TABELA DA VERDADE

BUFFER

INPUT OUTPUT

A	C
0	0
1	1

INVERSOR

INPUT OUTPUT

A	C
0	1
1	0

PORTA AND

A	B	C
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

PORTA NAND

A	B	C
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

PORTA OR

A	B	C
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

PORTA NOR

A	B	C
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

PORTA EXCLUSIVE OR

A	B	C
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

PORTA EXCLUSIVE NOR

A	B	C
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

LEIS DA ÁLGEBRA BOOLEANA

$A + 0 = A$ $\qquad$ $A.A = A$

$A + 1 = 1$ $\qquad$ $A + \overline{A} = 1$

$A.0 = 0$ $\qquad$ $A.\overline{A} = 0$

$A + A = A$ $\qquad$ $A.1 = A$

$A.B + A.C = A(B + C)$

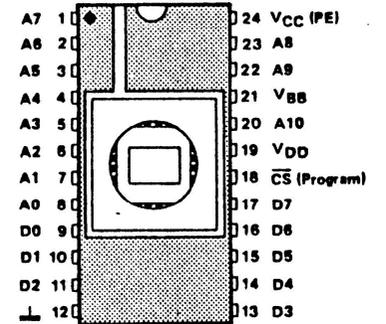
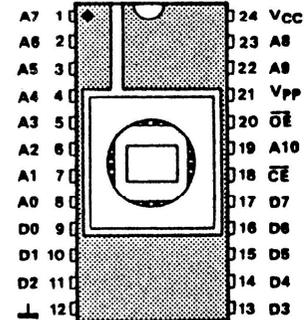
$A + B.C = (A + B)(A + C)$

$\overline{A.B.C} = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C}$

$\overline{A}.\overline{B}.\overline{C}. = \overline{A + B + C}$

2708

2716
Texas Instruments

A7 1 · A6 2 · A5 3 · A4 4 · A3 5 · A2 6 · A1 7 · A0 8 · D0 9 · D1 10 · D2 11 · ⊥ 12
24 Vcc (PE) · 23 A8 · 22 A9 · 21 VBB · 20 A10 · 19 VDD · 18 CS (Program) · 17 D7 · 16 D6 · 15 D5 · 14 D4 · 13 D3

2516
Texas Instruments
2716
other manufacturers

2532

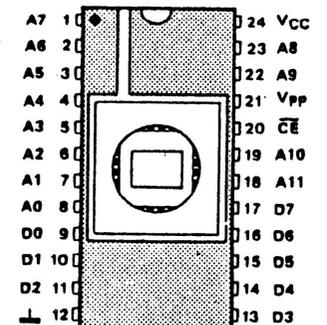
2732

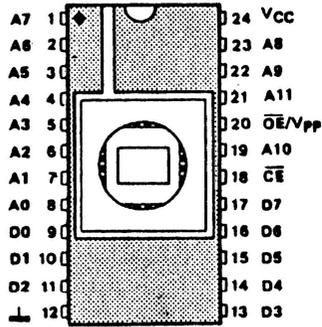
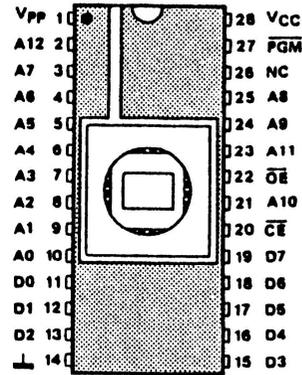
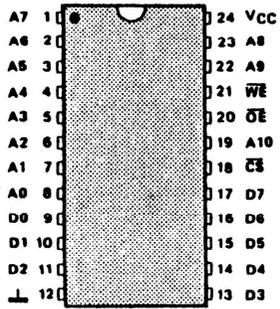
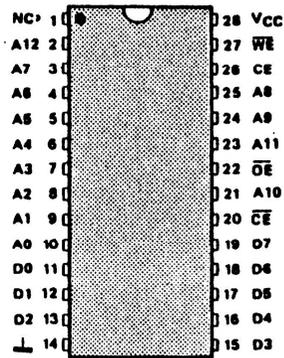
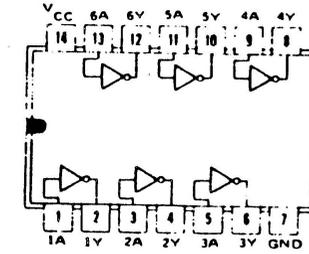
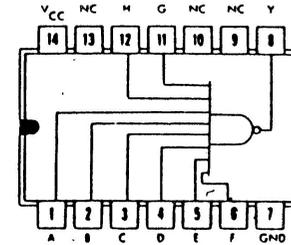
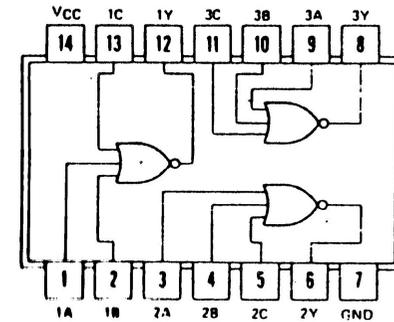
2764

6116
5517
2016

2K x 8 RAM

5564
5565

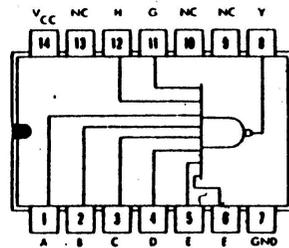
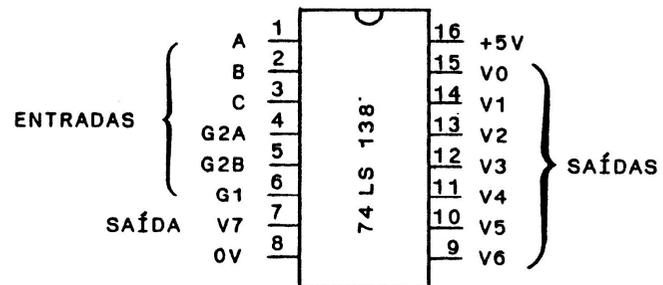
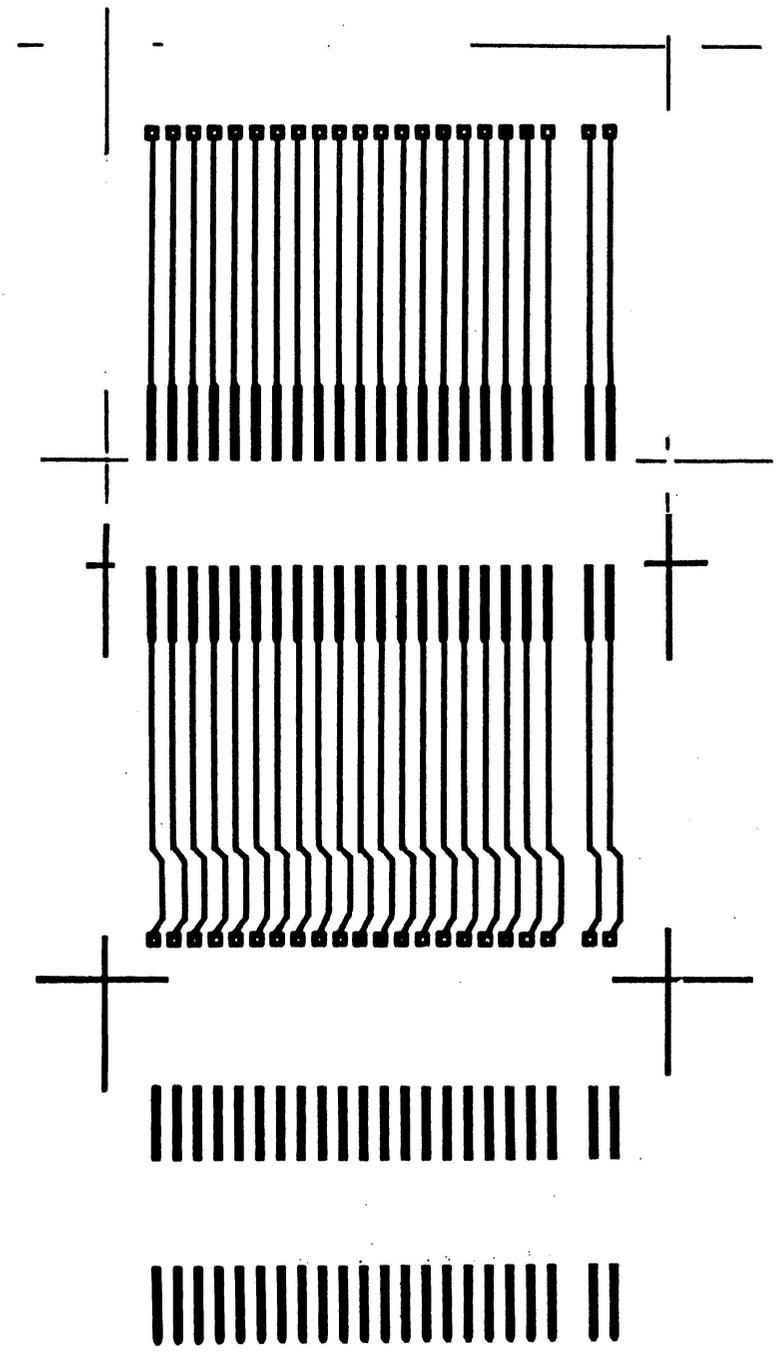
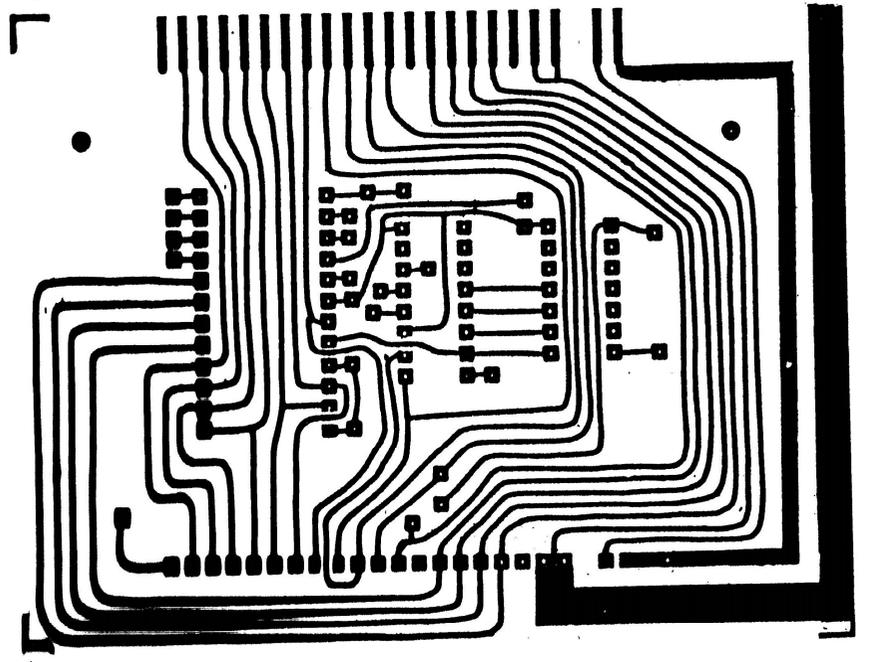
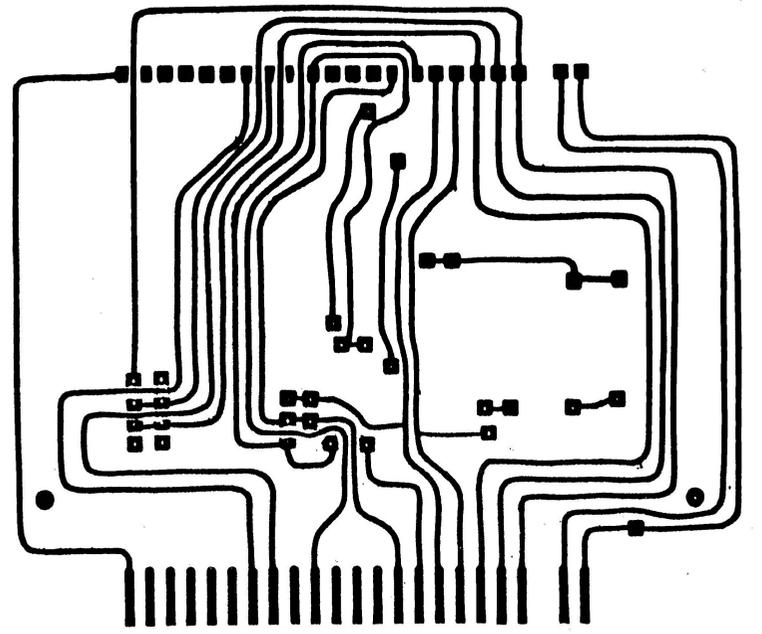
NC 1, A12 2, A7 3, A6 4, A5 5, A4 6, A3 7, A2 8, A1 9, A0 10, D0 11, D1 12, D2 13, 14
28 Vcc, 27 WE, 26 CE, 25 A8, 24 A9, 23 A11, 22 OE, 21 A10, 20 CE, 19 D7, 18 D6, 17 D5, 16 D4, 15 D3

8K x 8 RAM

INTEGRADOS DA PIO

74LS04

74LS30

74LS27

74LS30

74LS 138

APÊNDICE 5

HARDWARE SINCLAIR PARA TK E CP
por Delio Santos Lima

1ª Edição - Novembro de 1984

Composto, impresso, editado e distribuído por

Micron Eletrônica Com.Ind.Ltda.

São José dos Campos - SP - Brasil